



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113236190 B

(45) 授权公告日 2022.03.25

(21) 申请号 202110682055.5

E21B 34/14 (2006.01)

(22) 申请日 2021.06.19

审查员 李德远

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113236190 A

(43) 申请公布日 2021.08.10

(73) 专利权人 西南石油大学

地址 610500 四川省成都市新都区新都大道8号

(72) 发明人 赖欣 陈鑫 黄俊宁 汪春浦

刘永辉 罗程程

(51) Int.Cl.

E21B 43/00 (2006.01)

E21B 17/10 (2006.01)

E21B 47/00 (2012.01)

E21B 47/06 (2012.01)

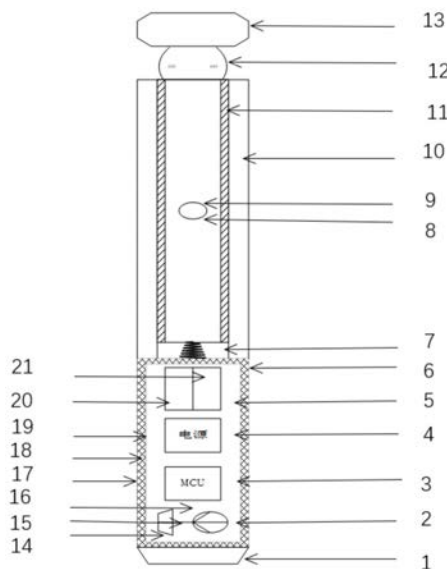
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种排水采气智能可变径柱塞

(57) 摘要

本发明涉及一种智能可变径柱塞,用于石油天然气开采领域。其技术方案:由机械系统、柱塞控制系统和减震密封系统组成;机械系统包括底座、弹簧、滑套进液孔、柱塞进液孔、柱塞本体、滑套、扶正器、打捞头;柱塞控制系统包括主动制动模块、控制模块、电源模块、传感器模块;减震密封系统包括减震密封模块。本装置利用加速度传感器、可变径设计和独特制动设计,灵活调整柱塞在井下的下落位置,避免了井下卡定装置的安装,实现了柱塞举液量的灵活控制。



1. 一种排水采气智能可变径柱塞,其特征在于,包括机械系统、柱塞控制系统和减震密封系统,所述机械系统包括底座(1)、弹簧(7)、滑套进液孔(8)、柱塞进液孔(9)、柱塞本体(10)、滑套(11)、扶正器(12)、打捞头(13);所述柱塞控制系统包括主动制动模块(2)、控制模块(3)、电源模块(4)、传感器模块(5),所述主动制动模块(2)包含步进电机(16)、连接轴(15)和带有橡胶垫的轴头(14),步进电机(16)与连接轴(15)首段相连接,连接轴(15)末端固定有轴头(14),需要主动制动时,步进电机(16)转动带动连接轴(15)及轴头(14)径向运动挤压井壁;所述减震密封系统包括减震密封模块(6);柱塞本体(10)内部部分为中空结构,柱塞本体(10)的下方为底座(1),主动制动模块(2)、控制模块(3)、电源模块(4)、传感器模块(5)依次位于底座(1)上方的柱塞本体(10)内部,减震密封模块(6)位于柱塞本体(10)的下方和底座(1)的上方,与柱塞本体(10)和底座(1)通过螺纹连接,将主动制动模块(2)、控制模块(3)、电源模块(4)、传感器模块(5)完全覆盖保护,传感器模块(5)上方为中空的柱塞本体(10)结构,弹簧(7)上方与滑套(11)焊接连接,滑套(11)上方与扶正器(12)相连接,扶正器(12)上方固定有打捞头(13)。

2. 根据权利要求1所述的一种排水采气智能可变径柱塞,其特征在于:所述柱塞控制系统中传感器模块(5)包括加速度传感器(20)和压力传感器(21)。

3. 根据权利要求1所述的一种排水采气智能可变径柱塞,其特征在于:所述减震密封系统中减震密封模块(6)采用隔层设计,利用钢结构板A(17)和钢结构板B(19)夹弹片(18)的设计,隔层与元器件接触一侧钢结构板B(19)上涂有散热材料。

4. 根据权利要求1所述的一种排水采气智能可变径柱塞,其特征在于:所述机械系统中底座(1)为圆弧形且具有一定锥度;所述机械系统中柱塞本体(10)径向分布有2个柱塞进液孔(9),所述滑套(11)径向分布有2个滑套进液孔(8),柱塞进液孔(9)与滑套(11)进液孔(8)具有相同的开孔大小,且滑套进液孔(8)与柱塞进液孔(9)开孔位置相对应;所述机械系统中扶正器(12)包括套环A(23)、套环B(27)、固定环A(22)、固定环B(28)、弹簧片A(24)、弹簧片B(25)和弹簧片C(26),弹簧片A(24)、弹簧片B(25)和弹簧片C(26)安装于分布在固定环A(22)和固定环B(28)上的卡槽内,固定环A(22)通过螺纹固定住套环A(23),固定环B(28)通过螺纹固定住套环B(27)。

## 一种排水采气智能可变径柱塞

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种排水采气智能可变径柱塞,用于石油天然气开采领域。

### 背景技术

[0002] 天然气是我国能源结构中的重要一环,而天然气开采过程中常常会遇到井底积液问题,若不及时解决该问题,会对天然气开采造成巨大影响。柱塞气举排水采气技术是解决此类问题的一类常用手段,该技术基于气举排水原理,将柱塞投入井下,落到井底卡定装置处,柱塞作为固体分界面使得井底积液与所需开采气体分隔开,再利用气井自身能量将柱塞与井底积液举升到井口进行排水采气。传统柱塞气举排水采气技术会有举升过程漏液严重、需安装繁琐的井下卡定装置等缺点,不能满足石化行业对天然气开采高效、智能化的要求,亟需改进。

### 发明内容

[0003] 本发明旨在提供一种排水采气智能可变径柱塞,解决现有柱塞下行速度慢、上行漏液严重和需安装井下卡定装置的缺点,实现柱塞的快速下行、井下下降深度控制以及举升过程密封性提升。

[0004] 一种排水采气智能可变径柱塞,其特征是:包括机械系统、柱塞控制系统和减震密封系统,所述机械系统包括底座、弹簧、滑套进液孔、柱塞进液孔、柱塞本体、滑套、扶正器、打捞头;所述柱塞控制系统包括主动制动模块、控制模块、电源模块、传感器模块,所述主动制动模块包含步进电机、连接轴和带有橡胶垫的轴头,步进电机与连接轴首段相连接,连接轴末端固定有轴头,需要主动制动时,步进电机转动带动连接轴及轴头径向运动挤压井壁;所述减震密封系统包括减震密封模块;柱塞本体内部部分为中空结构;所述减震密封系统包括减震密封模块;柱塞本体内部部分为中空结构,柱塞本体的下方为底座,主动制动模块、控制模块、电源模块、传感器模块依次位于底座上方的柱塞本体内部,减震密封模块位于柱塞本体的下方和底座的上方,与柱塞本体和底座通过螺纹连接,将主动制动模块、控制模块、电源模块、传感器模块完全覆盖保护,传感器模块上方为中空的柱塞本体结构,弹簧上方与滑套焊接连接,滑套上方与扶正器相连接,扶正器上方固定有打捞头。

[0005] 一种排水采气智能可变径柱塞,其特征是:所述柱塞控制系统中传感器模块包括加速度传感器和压力传感器。

[0006] 一种排水采气智能可变径柱塞,其特征是:所述减震密封系统中减震密封模块采用隔层设计,利用钢结构板A和钢结构板B之间夹弹片的设计,与元器件接触一侧钢结构板B上涂有散热材料。

[0007] 一种排水采气智能可变径柱塞,其特征是:所述机械系统中底座为圆弧形且具有一定锥度;所述机械系统中柱塞本体径向分布有2个柱塞进液孔,所述滑套径向分布有2个滑套进液孔,柱塞进液孔与滑套进液孔具有相同的开孔大小,且滑套进液孔与柱塞进液孔开孔位置相对应;所述机械系统中扶正器包括套环A、套环B、固定环A、固定环B、弹簧片A、弹

簧片B和簧片C,簧片A、簧片B和簧片C安装于分布在固定环A和固定环B上的卡槽内,固定环A通过螺纹固定住套环A,固定环B通过螺纹固定住套环B。

[0008] 本发明的有益效果是:1.利用加速度传感器和可变径设计,灵活调整柱塞在井下的下落位置,避免了井下卡定装置的安装;2.采用独特制动设计,设计实现了柱塞下行阶段的快速下行和上行阶段接触式密封,改善传统柱塞下行速度慢和上行漏液严重的缺点;3.打破了传统柱塞机械结构固定的缺点,本设计可根据现场开采效率灵活更换不同弹性系数的柱塞内弹簧,控制进入柱塞进液孔和滑套进液孔的液量,实现了柱塞举液量的灵活控制,达到增产和提升生产效率的目的。

## 附图说明

[0009] 图1为本发明整体装置结构示意图。

[0010] 图2为本发明立体结构示意图。

[0011] 图3为本发明扶正器结构示意图。

[0012] 图中:1、底座,2、主动制动模块,3、控制模块,4、控制模块,5、传感器模块,6、减震密封模块,7、弹簧,8、滑套进液孔,9、柱塞进液孔,10、柱塞本体,11、滑套,12、扶正器,13、打捞头,14、轴头,15、连接轴,16、步进电机,17、钢结构板A,18、弹片,19、钢结构板B,20、加速度传感器,21、压力传感器,22、固定环A,23、套环A,24、簧片A,25、簧片B,26、簧片C,27、套环B,28、固定环B。

## 具体实施方式

[0013] 下面结合附图1,2,3说明对本发明作进一步的说明。

[0014] 一种排水采气智能可变径柱塞,其特征在于,包括底座1、主动制动模块2、控制模块3、电源模块4、传感器模块5、减震密封模块6、弹簧7、滑套进液孔8、柱塞进液孔9、柱塞本体10、滑套11、扶正器12、打捞头13,柱塞本体10内部部分为中空结构,柱塞本体10的下方为底座1,主动制动模块2、控制模块3、电源模块4、传感器模块5依次位于底座上方的柱塞本体10内部,减震密封模块6位于柱塞本体10的下方和底座1的上方,与柱塞本体10和底座1通过螺纹连接,将主动制动模块2、控制模块3、电源模块4、传感器模块5完全覆盖保护,传感器模块5上方为中空的中空柱塞本体10结构,弹簧7上方与滑套11焊接连接,滑套11上方与扶正器12相连接,扶正器12上方固定有打捞头13。排水采气的一个工作周期分为下行阶段和上行阶段两个部分。下行阶段,扶正器12开始作用,固定环A22和固定环B28通过螺纹与柱塞连接,套环A23和套环B27固定的簧片A24、簧片B25和簧片C26与井壁触碰并发生弹性形变,使得柱塞保持在井下截面中心位置。钢结构板A17、钢结构板B19以及弹片18起到缓冲作用,保护柱塞内部结构。智能柱塞内主动制动模块2中步进电机16处于初始位置,即步进电机16上连接轴15末端轴头14不与井壁接触,柱塞本体10上滑套进液孔8与柱塞进液孔9相通,类似于快速柱塞的旁通阀打开。柱塞在油管内下行,以及后续入水过程中,油管内气体通过滑套中空结构,此时柱塞下行阻力小,可实现柱塞在井下未接触井底积液前快速下行。

[0015] 柱塞下行,加速度传感器20和压力传感器21开始工作,探测到柱塞进入井底积液达到一定深度之后,到达预设柱塞深度时,主动制动模块2开始作用,步进电机16转动带动连接轴15及其固定在连接轴15上的轴头14径向运动挤压井壁,增加井壁与柱塞间的摩擦力

实现柱塞的制动及柱塞在井底积液中的悬停;与此同时,通过联通的柱塞进液孔9和滑套进液孔8进入滑套内部的液体增多,滑套上部积液产生的压力逐渐增大,弹簧7受压伸缩,滑套11相对于柱塞本体10向下滑动,使得滑套进液孔8和柱塞进液孔9相错开,柱塞上部与下部相隔开,此时柱塞可类似为一实心柱塞,成为固体分界面。

[0016] 随着井底压力开始积聚,当井底压力值即将达到能够推动柱塞上行的压力时,主动制动模块2作用,解除一部分的制动效果,即控制步进电机16反向旋转一定圈数,使得井壁与柱塞的摩擦力下降同时不会影响柱塞举升液体时漏液。

[0017] 上行阶段,井底气体推动柱塞上行,直至柱塞上部液体到达井口排出。等到举升液体排出,柱塞下部气体产出后,柱塞下方压力传感器21检测到压力值变化,主动制动模块2控制步进电机16反向旋转使步进电机16处于初始位置。

[0018] 一个排水采气周期完成后,柱塞依靠自重再次下行,进入第二个工作周期。

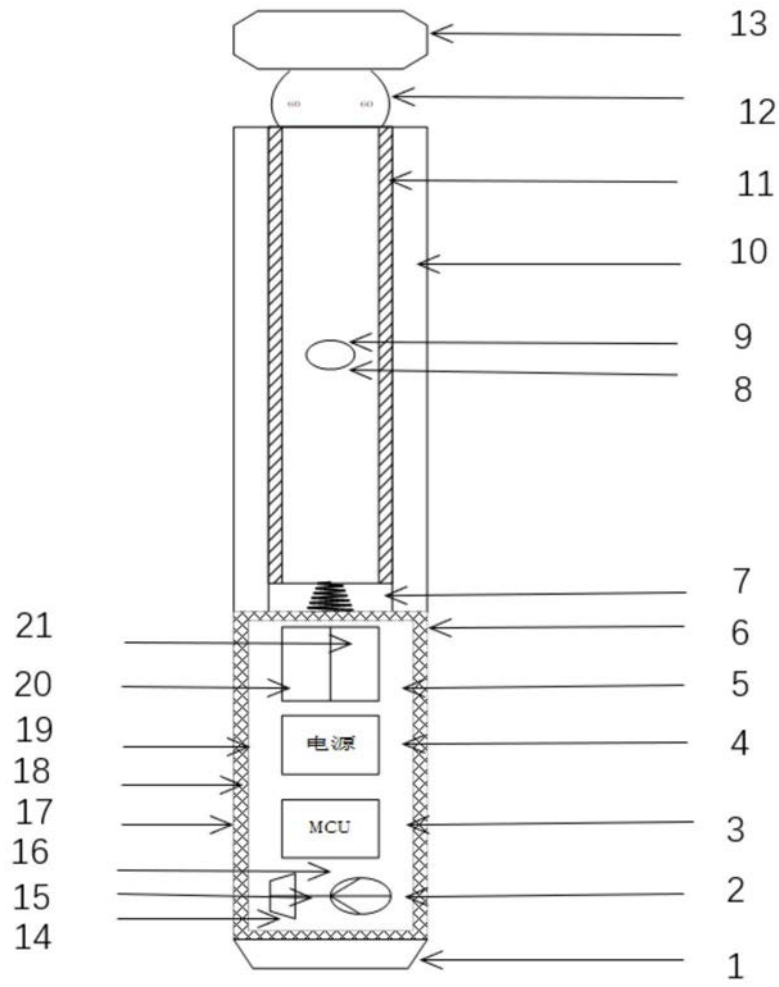


图1

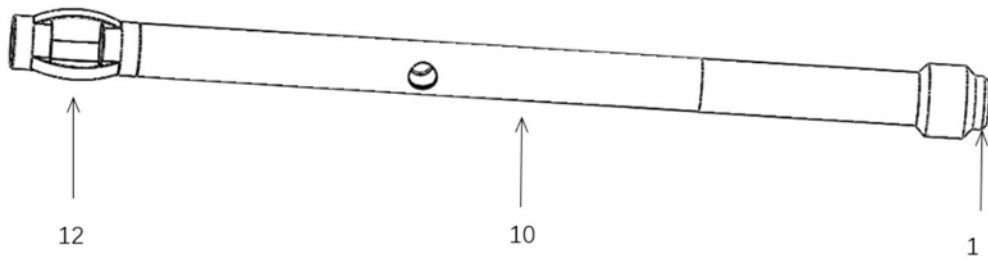


图2

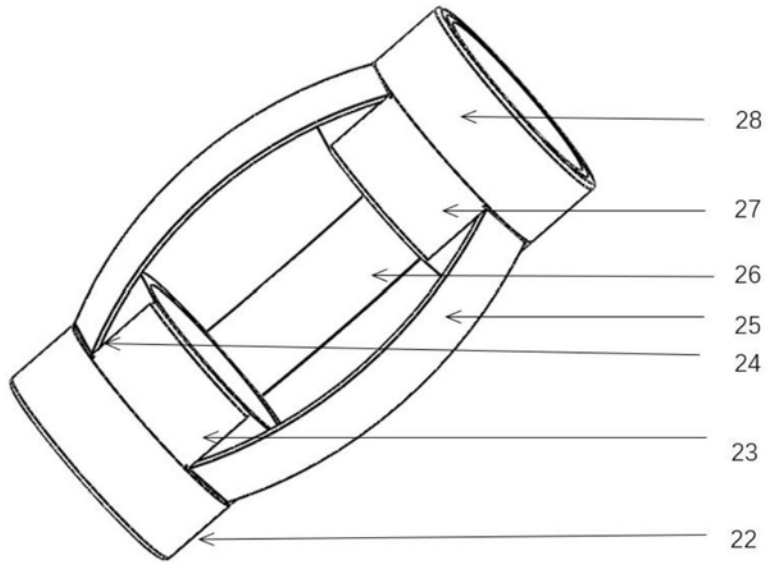


图3